

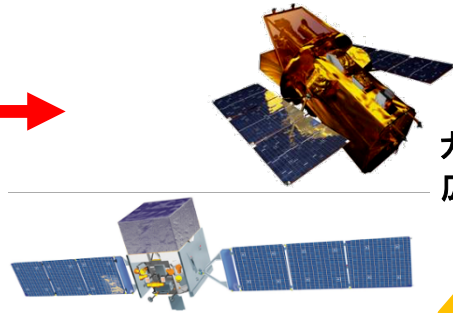
MITSuME (爆発変動天体の多色撮像観測) プロジェクト

本プロジェクトにおける**明野観測所**に設置した3色同時撮像
ロボット望遠鏡を使用した**ガンマ線バースト(GRB)残光等**
突発天体の観測

共同利用査定額: 10万円 (旅費として使用予定)

河合誠之、谷津陽一、村田勝寛、伊藤亮介、橘優太郎、吉井健敏、
針田聖平、森田浩太郎、間宮英生、白石一輝（東京工業大学）、
柳澤顕史、黒田大介、花山秀和（国立天文台）ほか

GRB



ガンマ線・X線
広視野人工衛星



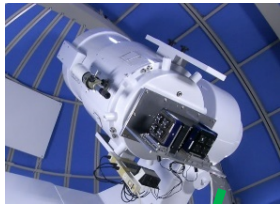
バースト情報
(位置精度:
数分~数度)

地上局

GCN

世界中の
観測者へ

岡山天体物理



石垣島
天文台



追観測
精密位置決定



明野観測所

MITSuME

Multi-color Imaging Telescopes
for Surveys and Monstrous Explosions

「即時・自動・多色」
の観測システム

東大宇宙線研
明野観測所



可視50cm望遠鏡

- ✓ 三色同時 (g', R, I-band)
- ✓ ロボット観測
- ✓ 高速駆動 (3° /sec)

明野望遠鏡のGRB即時観測実績

期間: 2016/12/01 – 2017/11/30

- | | |
|----------------------|-----|
| • 受信したGRBのAlert | 84件 |
| • 少なくとも天体の限界等級が求められた | 25件 |
| • 天体が同定できた | 4件 |

GRB 171124A (Shiraishi+17, GCN#22159)

GRB 171123A (Morita+17, GCN#22154)

GRB 171120A (Mamiya+17, GCN#22140)

GRB 171115A (Morita+17, GCN#22128)

GRB 171102A (Harita+17, GCN#22087)

GRB 171010A (Harita+17, GCN#22001)

GRB 170802A (Murata+17, GCN#21652)

GRB 170705A (Harita+17, GCN#21295)

GRB 170519A (Morita+17, GCN#21124)

GRB 170202A (Saito+17, GCN#20585)

GRB 161219B (Fujiwara+17 GCN#20314)

GRB 161017A の観測

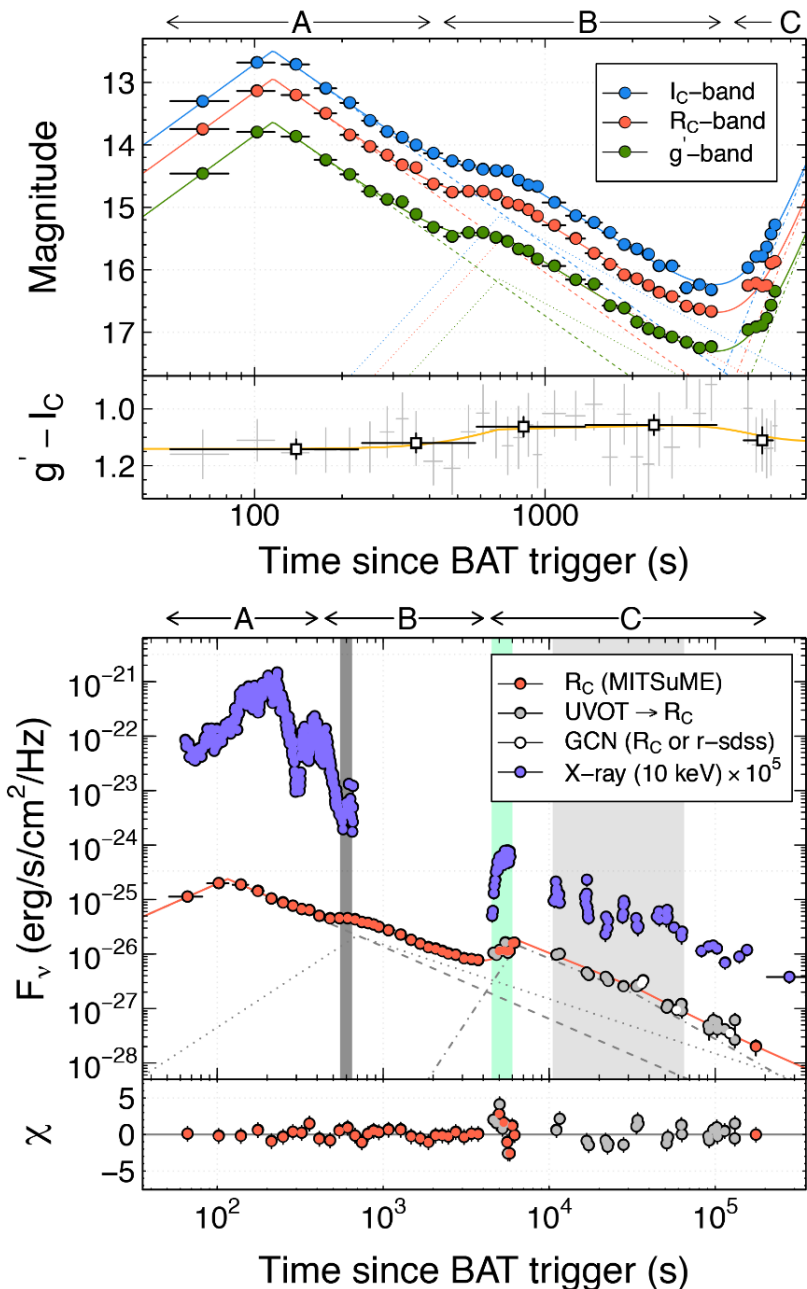
・ Swift/BATの検出から**51秒**で観測開始

- 可視光残光に二度の増光を確認
- 増光に伴う色の変化を観測
- 各増光がX線と同期している可能性

← 残光放射を行う**shellへのエネルギー注入**の可能性を示唆

・ 明野MITSuMEのデータとSwift/UVOT・XRTのデータを合わせ、**GRBの中心エンジンが長時間活動している可能性**を提唱

まもなく論文投稿

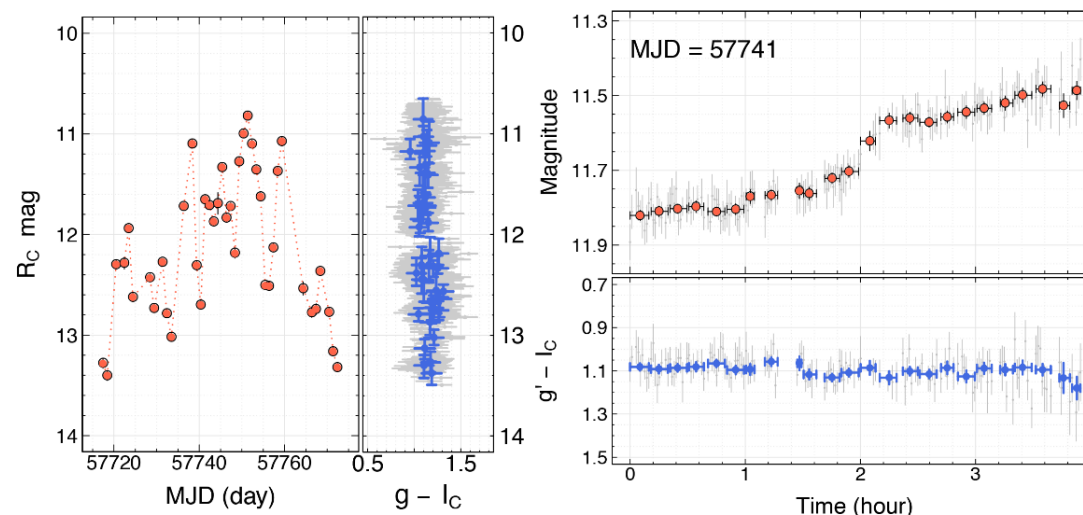


活動銀河核 CTA 102 増光中における集中的観測

・ CTA 102 γ 線増光の報告を受け、約2か月に渡る集中的観測を実施

- 約2.5等のday-scale variability
- 約0.2等のintra-night variability
- 変動に対応する色の変化無し

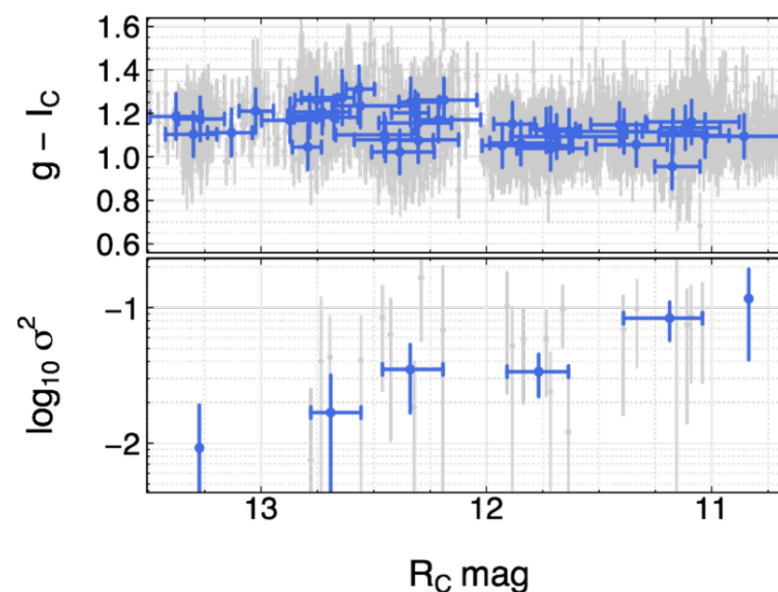
← **単一の放射・変動起源**を示唆



・ 短時間変動性と光度の相関関係を発見

- 広大かなた望遠鏡との連携観測により、可視光変動が**jetと視線方向の成す角の変化**に起因する可能性（2017年天文学会にて発表済み）

論文文化へ向けた解析と検証を継続中



MITSuMEの参加する 重力波天体探査

J-GEM (Japanese collaboration of **G**ravitational wave **E**lectro-**M**agnetic follow-up observations)

日本の**電磁波**追跡観測ネットワーク

ハワイ / HSC
木曽 / KWFC
岡山 / WFC
NZ / MOA-II
山口 / 32GHz



(Global **R**elay of **O**bservatories **W**atching **T**ransients **H**appen)

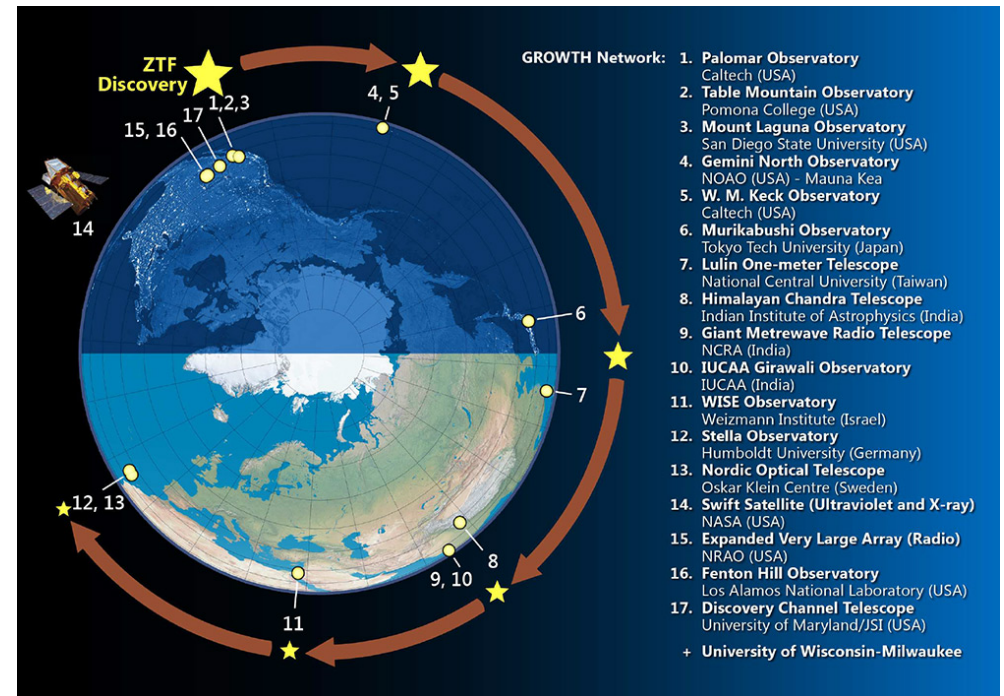
Caltech 中心の世界規模観測ネットワーク

いずれも広視野装置が主力

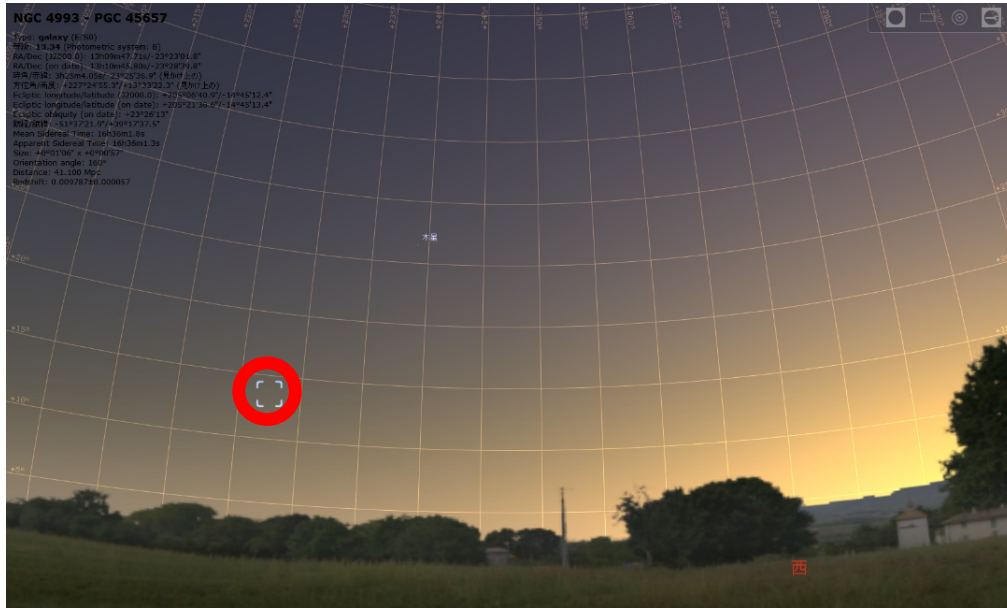
視野の狭いMITSuMEでは

- 近傍銀河に絞ったサーベイ
- 他観測所で報告された候補天体の追観測

重力波イベントに対応する体制が
整った



明野観測所での日没時のSSS17aの位置



MITSuME望遠鏡指向限界高度ギリギリ
かつ 薄明のため、観測を断念

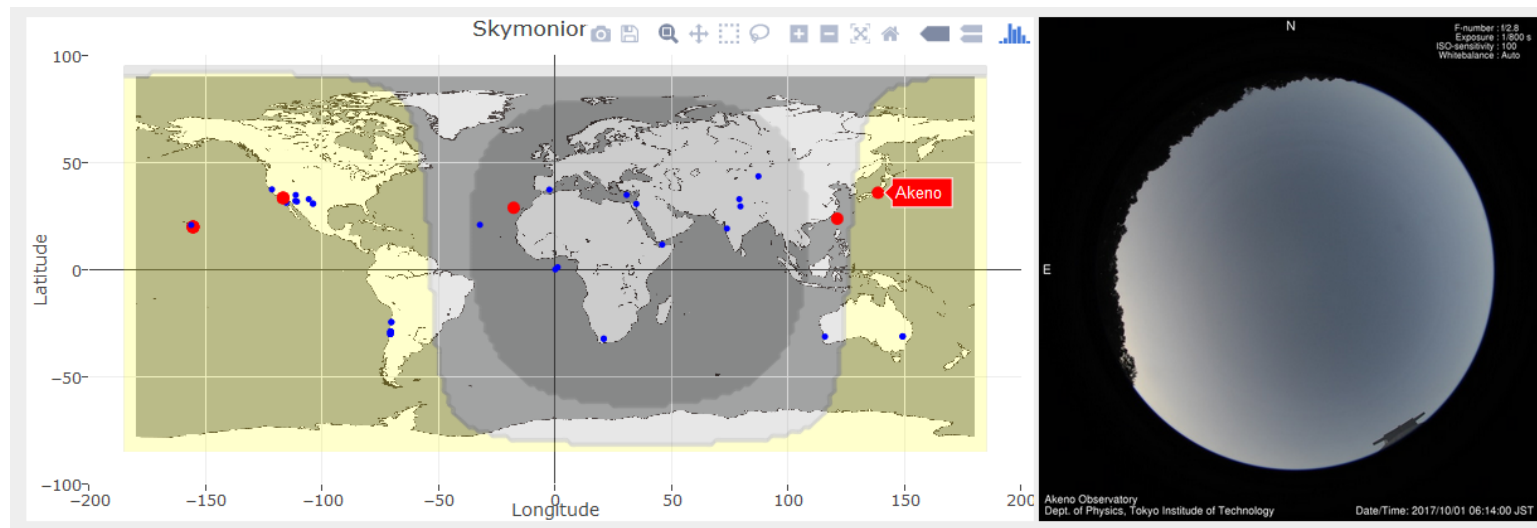
GW 170817A

中性子星連星合体

東工大/明野観測所では、
観測支援システム構築において
GROWTHへ貢献

本観測においても、GROWTHに参加
する各望遠鏡サイトからの天体高度把握
などで活用された

観測支援webシステム例



GW170104 & GRB170105A

ATLASで発見

非常に速いdecay time (0.7mag/hour)

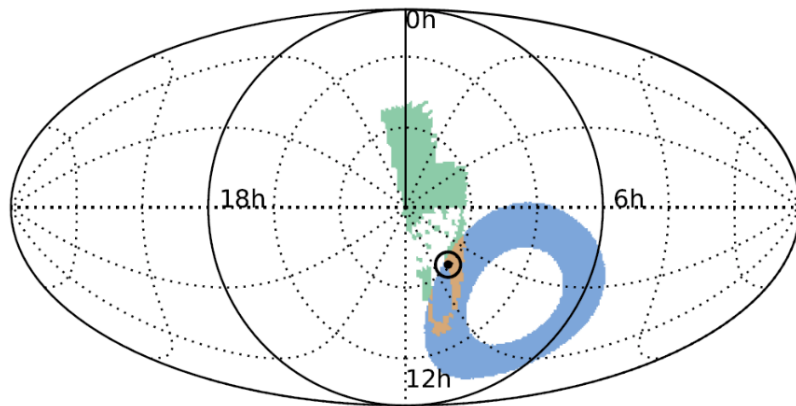
Estimated $T_0 = 57758.303 \pm 0.045$ [day]

GW170104Aの 21.1 +/- 1 時間後

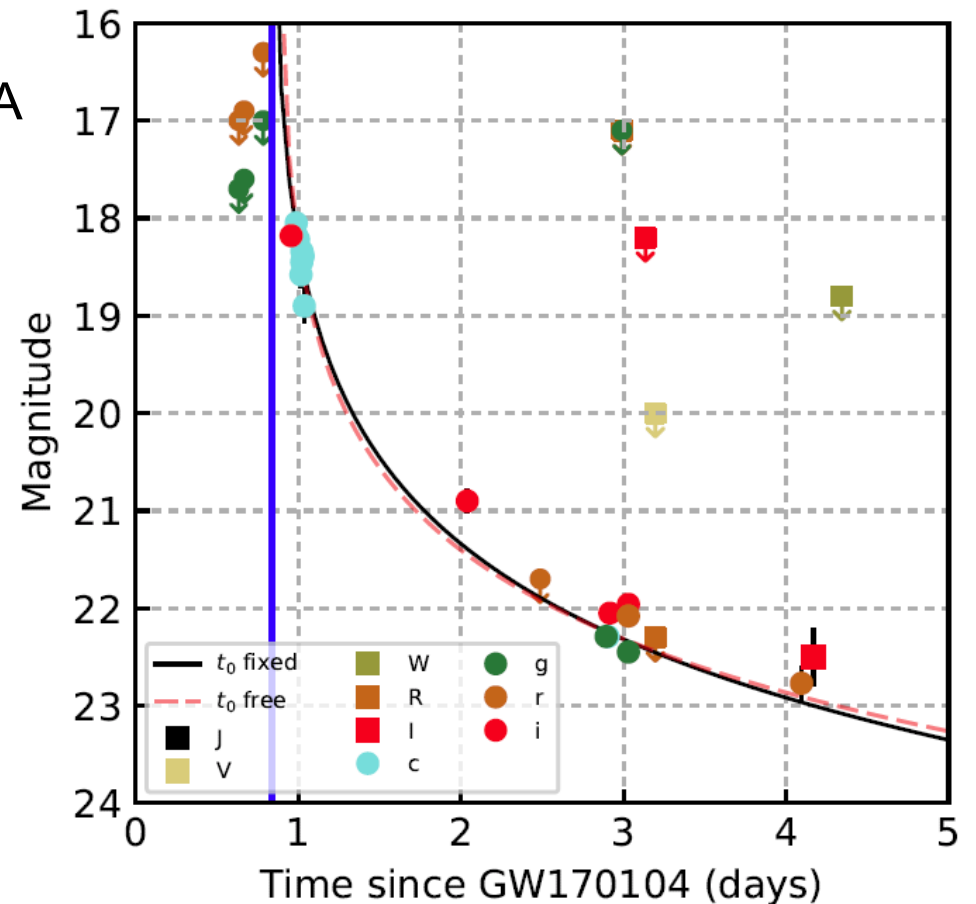
AstroSat, POLAR で検出された GRB 170105A
と時間的・場所的に一致

GW eventとは**無関係**なGRB

Bhalerao+17

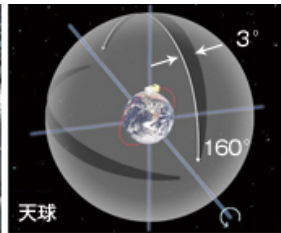
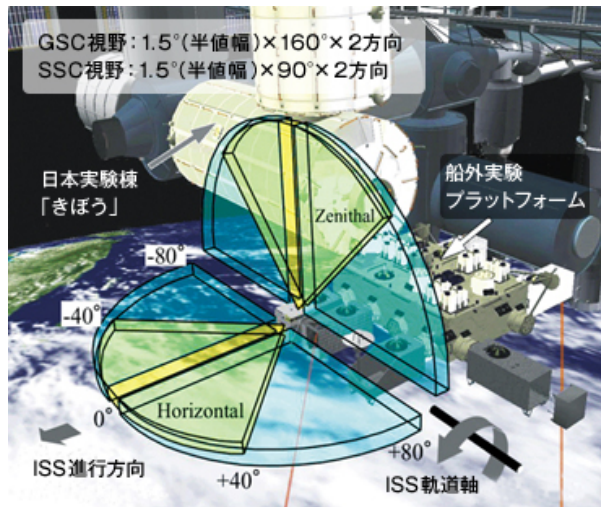


MITSuMEでは上記GRB 170105Aと、
iPTFで見つけた**17の新天体**を
即時フォローアップ、報告した。
(LVC-GCN #20430, Itoh et al 2017)

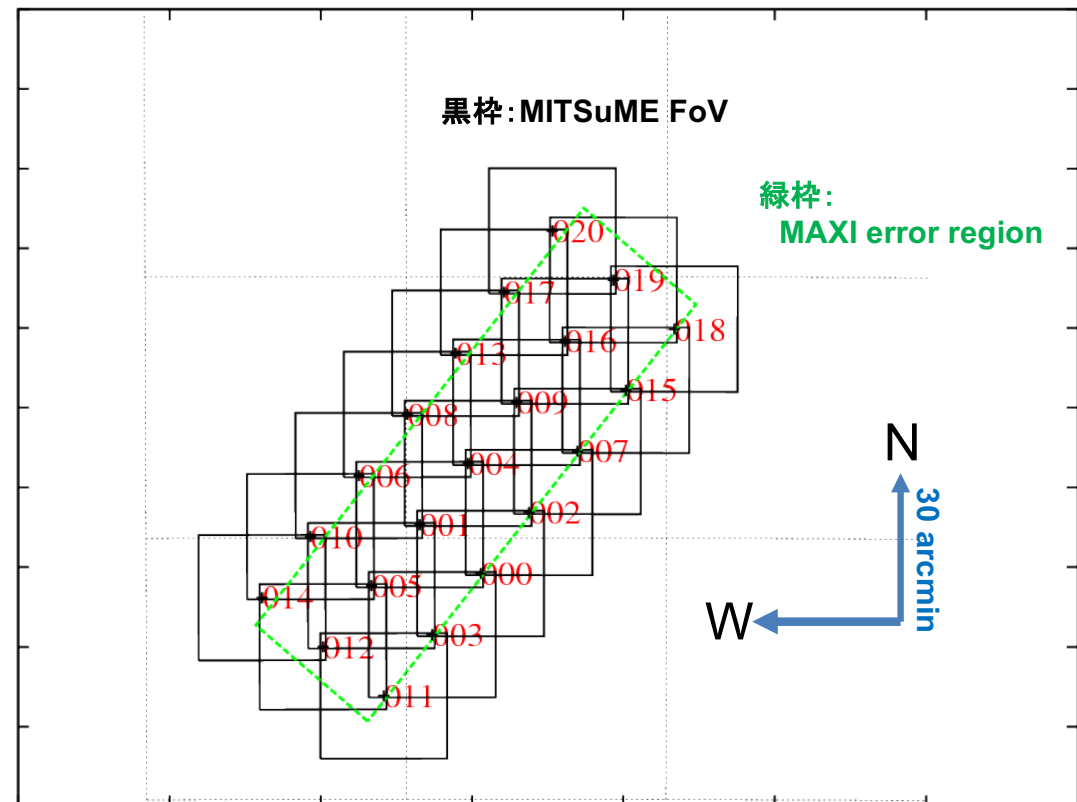


MITSuMEでのMAXI 天体自動フォローアップ観測

<http://www.isas.jaxa.jp/j/forefront/2009/ueno/02.shtml>



GRB 170610A, MAXI/GSC detection
MITSuME タイリングパターン
(GCN #21243から自動生成)



MAXI (Monitor of All-sky X-ray Image)
からのX線増光天体アラート

MAXIでの位置不定性を補うために、
広視野での多領域観測が重要

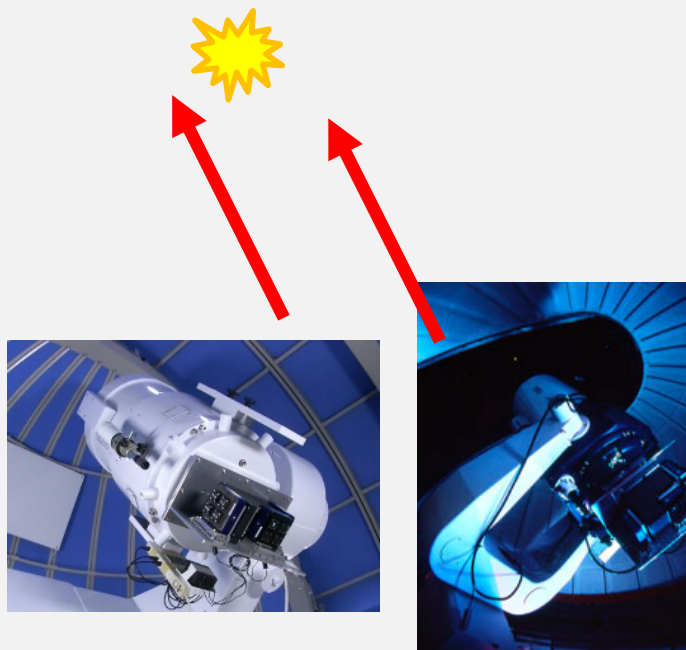
即時タイリング観測体制の構築

各点30 sec. 9点dither観測 → total 21 x 30 x 9 = 5670秒
オーバーヘッドを入れて、約2時間程で走査可能

明野・岡山50cm望遠鏡の連携観測

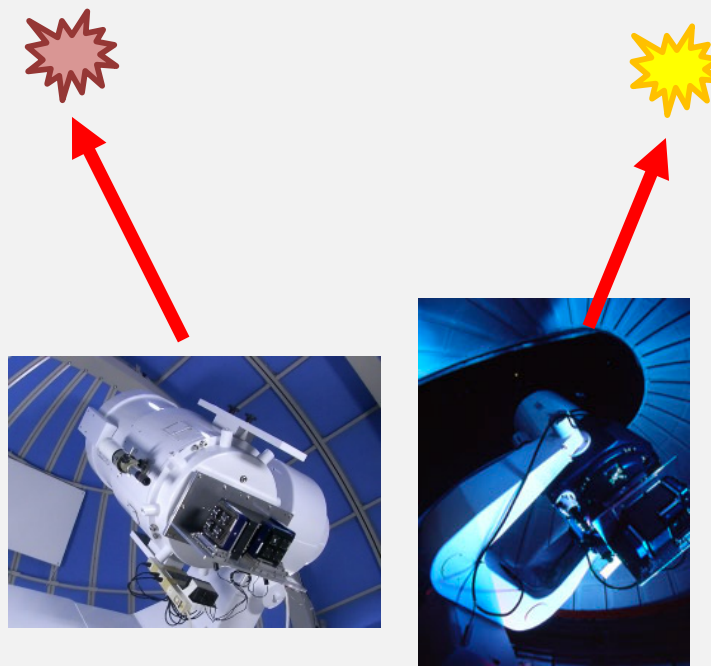
2017年11月より岡山天体物理観測所のMITSuME 50cm望遠鏡と連携した2台体制での観測を開始

2台で同一天体観測



時間にクリティカルな観測 etc.
→ **天候リスクの回避**

2台で別天体観測



個々の天体の密なモニター観測
モニター観測可能な天体数の増加

まとめ

- ガンマ線バースト残光観測
 - 4天体の可視光同定
 - GRB 161017A 連続多色観測
- 重力波イベントの可視光追観測体制
 - J-GEM, GROWTH との協力体制
 - GW170105, GW170817のフォローアップ観測
- 明野・岡山での連携観測体制構築
 - より効率的な突発現象の追跡が可能に

明野観測所での運用継続よろしくお願いします。

付録: GRBの観測実績 (1)

GRB	g'[mag]	Rc[mag]	Ic[mag]	発生から観測開始までの時間
161219B	18.83 +/- 0.01	18.23 +/- 0.09	18.14 +/- 0.11	17.8 hour
170202A	>19.1	17.01 +/- 0.12	17.08 +/- 0.25	39 sec
170205A	>19.6	>19.1	>18.8	2.5 days
170206B	>19.9	>19.2	>18.6	21 hours
170311A	>18.1	>19.0	>18.4	11 hours
170317A	>19.5	>18.7	>17.8	57 min
170318A	>19.3	>19.1	>18.2	5 hours
170318B	>19.1	>18.9	>17.6	2.5 hours
Swift 748858	>20.4	>20.4	>19.7	2 hours
170428A	>20.5	>20.1	>19.3	7 hours
170519A	19.1 +/- 0.2	18.5 +/- 0.1	18.1 +/- 0.1	6 hours
170522A	>18.2	>17.6	>17.1	1 day

付録: GRBの観測実績 (2)

GRB	g'[mag]	Rc[mag]	Ic[mag]	発生から観測開始までの時間
Swift 755873	>18.5	>18.5	>17.7	19 hours
170604A	>20.2	>19.2	>19.5	12 hours
170705A	>18.5	>17.9	>17.8	9 hours
170711A	>17.2	>17.3	>17.1	19 hours
170822A	>20.8	>20.1	>18.9	7 hours
170903A	>16.8	>16.2	>15.9	3 hours
170906C	>16.4	>16.2	>15.2	9 hours
171004A	>18.9	>18.4	>18.0	7 hours
171007A	>20.3	>19.9	>19.0	7 hours
171010A	>18.8	18.04 +/- 0.16	17.33 +/- 0.12	18 hours
171027A	>19.1	>18.8	>18.2	3 hours
171102A	>19.5	>18.6	>18.2	14 hours

付録: GRBの観測実績 (3)

GRB	g'[mag]	Rc[mag]	Ic[mag]	発生から観測開始までの時間
171102B	>18.2	>17.5	>16.9	18 hours
171115A	>19.6	>18.6	>18.1	14 hours
171120A	>21.5	>20.7	>19.8	2 hours
171123A	>21.1	>20.7	>19.6	2 hours
171124A	>19.0	>18.5	>17.4	6 hours